

Gestencilde Mededeling

Jaargang 1961 - no. 12

Verslag van het onderzoek op vijf praktijkproeven over
vroeg en laat ploegen van 1957 tot 1960

d o o r

Instituut voor Bodemvruchtbaarheid : Ir. H. Kuipers ¹⁾
Ir. C. van Ouwerkerk

Instituut voor Landbouwtechniek en
Rationalisatie : Ir. G.J. Poesse

1) momenteel : Afdeling Grondbewerking Landbouwhogeschool

INSTITUUT VOOR LANDBOUWTECHNIEK EN RATIONALISATIE
Dr. S.L. Mansholtlaan 12, Wageningen

I N H O U D

Voorwoord	blz.
I. Inleiding	
A. Ontstaan en doelstelling	1
B. De uitvoering	2
II. Karakterisering van het werk	
A. De gronden	2
B. De omstandigheden	3
C. De werktuigen	5
D. De hantering van de werktuigen	6
1. De ploegdiepte en de snijbreedte	6
2. De rijsnelheid	9
E. De trekkracht	10
III. Karakterisering van het resultaat	
A. Het gedrag van de grond	12
1. De ruwheid van het grondoppervlak	12
2. De ophoging	14
3. Het poriënvolume	19
4. De bewerkbaarheid in het voorjaar	21
B. De reactie van de gewassen	22
IV. Conclusies	25

Bijlagen, grafieken 1 t/m 6

V o o r w o o r d

Door de toenemende mechanisatie en het verminderen van de personeelsbezetting op de landbouwbedrijven is de laatste jaren de grondbewerking enigszins in de verdrukking gekomen. Zo vindt bijv. het op wintervoor ploegen vaak noodgedwongen laat en onder ongunstige omstandigheden plaats. Niet iedereen is gerust op de gevolgen die dit voor de bodemvruchtbaarheid heeft.

Door het Instituut voor Landbouwtechniek en Rationalisatie en het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid zijn daarom in het kader van de Werkgroep Grondbewerking een serie proeven aangelegd, waarbij het ploegen onder gunstige en ongunstige omstandigheden met elkaar worden vergeleken. Deze proefvelden hebben tevens gediend voor het ontwikkelen van verschillende meetmethoden die onder praktijkomstandigheden kunnen worden toegepast.

De resultaten van de eerste drie proefjaren zijn nog niet van dien aard, dat er ten aanzien van de gevolgen van het onder ongunstige omstandigheden ploegen duidelijke uitspraken mogelijk zijn. Daar er veel factoren in het geding zijn, was dit in zo'n korte proefperiode ook niet te verwachten. Toch zijn er bij het onderzoek zulke vorderingen gemaakt, dat het ons gewenst lijkt de resultaten van de eerste jaren in deze Gestencilde mededeling vast te leggen.

Een woord van dank aan allen die bij de opzet en de uitvoering van deze proeven hebben medegewerkt is hier zeker op zijn plaats en wel in het bijzonder aan de proefveldhouders voor het belangeloos beschikbaar stellen van de percelen en voor de uitvoering van de nodige werkzaamheden.

Wageningen, oktober 1961

De Directeur
Ir. H.H. Postuma

I. Inleiding

A. Ontstaan en doelstelling

In de Werkgroep Grondbewerking A.W.-T.N.O., waar onderzoek en voorlichting elkaar ontmoeten, kwam enerzijds steeds de wenselijkheid naar voren antwoorden te vinden op tal van praktijkvragen t.a.v. de grondbewerking, terwijl daarnaast het besef heerste, dat hiervoor allereerst een verdieping van het inzicht in de relaties tussen bewerkingen en plantengroei noodzakelijk zal zijn.

Hiervoor is het nodig, dat het effect van grondbewerkingen kwantitatief kan worden omschreven in termen, die een aansluiting aan de plantengroei mogelijk maken. Dit is een van de voornaamste doelstellingen van het bodemfysisch grondbewerkingsonderzoek aan het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid (I.B.). Wil men bij de grondbewerking regelend kunnen optreden, dan zal ook het verband tussen de uitvoering van de bewerking en het bodemfysisch te omschrijven resultaat, bekend moeten zijn. Het bestuderen van dit verband kan als één van de belangrijkste facetten van het grondbewerkingsonderzoek aan het Instituut voor Landbouwtechniek en Rationalisatie (I.L.R.) worden gezien. Hierbij zal men er tevens naar moeten streven ook de bewerking zelf voldoende kwantitatief te omschrijven.

Op voorstel van de Heer Ir. H.V.F.M. van Hapert, destijds als onderzoeker voor o.a. de grondbewerking verbonden aan het I.L.R. en Ir. J. Jorritsma van het Instituut voor Rationele Suikerproductie te Bergen op Zoom werd besloten als gemeenschappelijk oefenterrein voor het I.B. en het I.L.R. een aantal praktijkproeven aan te leggen, die enerzijds de bij het ontwikkelen van bruikbare meetmethoden vereiste nauwe samenwerking zouden moeten bevorderen en die anderzijds de gelegenheid zouden moeten bieden althans over één praktisch onderwerp op betrekkelijk korte termijn concrete gegevens te verkrijgen.

Als onderwerp werd aanvankelijk gekozen het ploegen onder goede en slechte omstandigheden. Er wordt immers ondanks veel waarschuwende geluiden vooral bij het op wintervoor ploegen vaak en dikwijls noodgedwongen onder zeer slechte omstandigheden gewerkt. De vraag doet zich voor of er dan niet meer bedorven dan goed gemaakt wordt, dan wel dat men zich hierover niet gauw zorgen behoeft te maken. Voor het ontwikkelen van meetmethoden zou een dergelijke proef voor hebben, dat de methoden direct al zouden moeten bewijzen ook onder extreme omstandigheden toepasbaar te zijn.

Daar de slechte omstandigheden zich doorgaans laat in de herfst voordoen en de gunstige vroeg, is de omschrijving van de proeven geleidelijk aan veranderd in vroeg en laat ploegen. Dit heeft het voordeel, dat de discussie over de vraag of de omstandigheden in een bepaald geval slecht of goed waren, verschoven wordt naar het onderzoek zelf, waar deze vraag inderdaad thuis hoort.

B. De uitvoering

De proeven werden aangelegd op de "Oostwaardhoeve", het proefbedrijf van het I.L.R. te Slootdorp, op één van de bedrijven van de Koninklijke Maatschap "de Wilhelminapolder" te Wilhelminadorp, op de proefboerderij "Mariënhof" te Westmaas en op de bedrijven van de heer R.L. van den Berg te 's-Gravendeel en van de Gebroeders Meyer te Kloosterburen.

De duur van de proeven werd voorlopig op 3 jaar gesteld.

Behalve de proef op de "Oostwaardhoeve" zijn ze geregistreerd als I.B.-proeven. Iedere proef heeft twee objecten in enkelvoud, nl. vroeg en laat ploegen, die samen tenminste 0,5 ha beslaan.

In het eerste proefjaar werden de proeven van de zijde van het I.L.R. verzorgd door Ir. H.V.F.M. van Hapert en voor het I.B. door Ir. H. Kuipers. In het tweede proefjaar nam Ir. G.J. Poesse de werkzaamheden van Ir. Van Hapert over, terwijl in het derde proefjaar de metingen voor het I.B. werden verzorgd door Ir. C. van Ouwerkerk.

De proef in Groningen op het bedrijf van de Gebrs. Meyer lag in het tweede proefjaar stil. In de herfst van 1958 werd de aflevering van de suikerbieten vertraagd. Hierdoor lukte het niet meer een reëel verschil in ploegdatum aan te brengen. Uiteindelijk zijn toen beide objecten tegelijk geploegd en wel in het voorjaar van 1959.

De proef op Mariënhof moest na het eerste proefjaar naar een ander perceel verhuizen, zodat deze proef eigenlijk nog maar twee jaren telt.

II. Karakterisering van het werk

A. De gronden

In tabel 1 zijn de resultaten van het grondonderzoek op de verschillende proefvelden samengevat. De grond op de Oostwaardhoeve is de enige die een laag kalkgehalte heeft. Bovendien is het de zwaarste grond. Hier zal men dus het eerst moeilijkheden kunnen verwachten. Het gehalte aan organische stof is op alle gronden vrij normaal.

Tabel 1 Resultaten van het grondonderzoek (laag 0-10 cm-m.v.)

O b j e c t	% < 16 u		% org. stof		% CaCo ₃		pH-KC 1	
	vroeg	laat	vroeg	laat	vroeg	laat	vroeg	laat
Oostwaardhoeve	71,4	73,3	3,7	4,0	1,3	0,8	8,02 ²⁾	8,0 ²⁾
Gebrs. Meyer	26,9	28,3	1,5	1,9	6,8	7,3	-	-
Mariënhof	34,7	32,2	2,4	2,8	7,6	7,2	7,1	7,2
Mariënhof 1)	41,0	42,9	2,0	2,3	7,8	7,3	7,2	7,1
Wilhelminapolder	42,6	35,3	2,0	2,2	11,6	10,7	7,1	7,2
R.L. van den Berg	40,8	39,8	2,6	2,5	8,3	8,1	7,2	7,1

¹⁾ Deze cijfers hebben betrekking op het proefveld dat in het najaar van 1958 in gebruik werd genomen.

²⁾ pH-water.

Uit de gegevens blijkt, dat er eigenlijk alleen op de proef in de Wilhelminapolder een duidelijk verschil in slibgehalte tussen de beide objecten bestaat. De gehalten aan organische stof liggen toevalligerwijs op vrijwel alle laat geploegde objecten het hoogst. De verschillen zijn evenwel betrekkelijk klein en zijn eerder in het voordeel dan in het nadeel van het laat geploegde object.

Bij het bodemfysisch onderzoek rees verder het vermoeden, dat de grond op de Oostwaardhoeve onregelmatiger is dan op grond van de visuele beoordeling werd verwacht. Hierom is er op dit proefveld nog een uitgebreider granulair onderzoek verricht. De resultaten hiervan zijn vermeld in tabel 2. Hieruit blijkt, dat het voorste deel van het object "vroeg ploegen" duidelijk afwijkt van de rest van het perceel, doordat hier in alle lagen wel een redelijke hoeveelheid kalk aanwezig is.

Tabel 2 Grondonderzoek op de Oostwaardhoeve (1960)

O b j e e t	laag (cm-m.v.)	0 - 10			10 - 20			20 - 30		
	plaats op perceel	voor	mid- den	ach- ter	voor	mid- den	ach- ter	voor	mid- den	ach- ter
vroeg ploegen	% < 16 u	67,4	72,8	73,0	69,9	74,0	71,8	65,4	70,2	71,2
	% org. stof	3,5	3,8	3,7	3,7	3,9	3,8	4,3	4,0	3,9
	% CaCO ₃	2,2	0,6	0,7	3,5	0,6	0,5	7,7	0,6	0,6
	pH-KCl	6,9	7,0	7,0	7,0	7,0	6,7	7,0	6,5	6,7

laat ploegen	% < 16 u	73,0	74,3	69,8	69,5	72,0	73,1	70,3	70,9	73,0
	% org. stof	3,6	4,1	3,8	3,4	3,9	3,9	4,0	4,1	4,1
	% CaCO ₃	0,6	0,4	0,9	0,4	0,6	0,7	0,3	0,4	0,6
	pH-KCl	7,0	6,7	7,2	6,9	7,1	7,2	6,6	6,9	6,9

B. De omstandigheden

a. Vochtgehalten

In grafiek 1 zijn de gemiddelde vochtgehalten van de bouwvoor bij de bewerking in de herfst en in het voorjaar aangegeven. Tevens is het vochtgehalte bij een zuigspanning van 1 m water (pF 2,0) aangegeven. Dit vochtgehalte komt voor Nederlandse omstandigheden ongeveer overeen met de veldcapaciteit. Uit de grafiek blijkt, dat het vroeg ploegen in 1959 op de Oostwaardhoeve, in de Wilhelminapolder en op Mariënhof onder extreme droge omstandigheden plaatsvond. In mindere mate was dit bij R.L. van den Berg het geval, terwijl bij de Gebrs. Meyer het vochtgehalte niet abnormaal was. Verder waren de variaties in vochtgehalte niet erg groot.

Het vochtgehalte lag steeds in de buurt pF 2. In de Wilhelminapolder blijkt dit bij vroeg ploegen steeds hoger te liggen dan bij laat ploegen. Dit zal wel op het reeds gesignaleerde verschil in zwaarte van de beide objecten zijn terug te voeren. Laat in de herfst van 1957 is deze grond dus betrekkelijk nat geploegd.

De gegeven vochtcijfers blijken een ontoereikende karakterisering van de omstandigheden te zijn. In de herfst van 1958 kon nl. op de Oostwaardhoeve bij het vroeg ploegen één rups-trekker van 35 pk het werk gemakkelijk af, terwijl bij het laat ploegen twee van deze trekkers er nog moeite mee hadden. De trekkracht was in beide gevallen gelijk. Klaarblijkelijk is de allerbovenste laag van de grond voor deze karakterisering van bijzonder belang. Bij het laat ploegen was deze zo nat, dat de rupsen sterk slipten, zodat er herhaaldelijk een ware modderstroom de open voor in liep.

Deze waarnemingen laten dus zien dat eigenlijk alleen in droge jaren een keuze van het tijdstip van het ploegen in de herfst een belangrijke invloed op het vochtgehalte van de te bewerken laag uitoefent. In de overige jaren zal de grond ongeveer op veldcapaciteit zijn. Zijn de omstandigheden voor ploegen slecht, dan betekent dit dus waarschijnlijk niet in de eerste plaats, dat de grond te nat is om goed door de ploeg te worden bewerkt, maar dat het oppervlak van de grond zo nat is, dat de trekker er zich niet meer tegen af kan zetten.

Een vraag die deze beschouwingswijze oproept is, in hoeverre een vernield bovenlaagje van invloed kan zijn op de structuur van de bouwvoor in het volgende jaar.

Ook in het voorjaar bleek de grond bij bewerking weinig of niet droger te zijn dan bij veldcapaciteit, behalve in het voorjaar van 1958 in de Wilholminapolder. Toch is de situatie voor het praktische gevoel nauwelijks vergelijkbaar met die in de herfst. Ook dit demonstreert de grote invloed die de oppervlaktelaag op het praktijkoordeel heeft. Deze laag is nl. in het voorjaar juist de droogste.

b. Poriënvolume

Ter verdere karakterisering van de omstandigheden kan het gemiddelde poriënvolume van de bouwvoor op het tijdstip van ploegen dienen. Dit is vermeld in tabel 3.

Tabel 3 Poriënvolume van de bouwvoor

T i j d s t i p			Oostwaardhoeve		Gebr. Meyer		Mariënhof		Wilhelminapolder		R.L.v.d.Berg	
jaar	jaar- getijde	vóór of na bew.	vroeg	laat	vroeg	laat	vroeg	laat	vroeg	laat	vroeg	laat
1957	herfst	voor	55,7	56,6	47,9	44,6	-	-	44,9	43,3	43,6	44,4
1958	voorjaar	voor	-	-	-	-	-	-	-	-	47,5	47,3
1958	voorjaar	na	56,1	57,5	-	-	-	-	42,2	42,7	-	-
1958	herfst	voor	54,4	55,4	41,2 ¹⁾		44,0	42,8	40,4	38,7	42,2	41,9
1959	voorjaar	na	57,1	56,5	43,1 ¹⁾		47,8	46,4	44,1	41,2	47,5	46,4
1959	herfst	voor	55,3	56,1	43,2	43,0	48,5	45,5	54,3	43,4	46,9	43,6
1960	voorjaar	na	55,8	58,2	47,1	45,5	49,2	47,1	46,4	42,9	46,9	45,4

1) Beide objecten werden in de herfst van 1958 gelijktijdig geploegd.

In de herfst van 1959 lag het poriënvolume in de Wilhelminapolder voor de vroege bewerking relatief hoog. Dit werd veroorzaakt door de intensieve voorbereiding, die in de bovenste 10 cm van de bouwvoor een poriënvolume van 60% heeft bewerkstelligd, terwijl de nog niet bewerkte onderlaag een poriënvolume van 48,3% had. Dit demonstreert een van de wezenlijke moeilijkheden die het werken in de praktijk met zich meebracht. Als een perceel voorbereid is moet immers een vaak uiterst gecompliceerde uitgangstoestand worden vastgelegd. Hetzelfde geldt voor niet voorbereide, maar sterk verreden percelen.

C. De Werktuigen

Bij de opzet van de proef is er van uitgegaan, dat de op het bedrijf aanwezige werktuigen zouden worden gebruikt. Verder werd de voorkeur gegeven aan getrokken ploegen, omdat het meten van de benodigde trekkracht voorshands alleen bij dit type ploegen praktisch uitvoerbaar is. Om vergelijkingen door de loop der jaren mogelijk te maken zou elk jaar met dezelfde ploeg moeten worden geploegd.

Helaas is het niet gelukt aan al deze voorwaarden te voldoen. Eén bedrijf (R.L. v.d. Berg) beschikte niet over een getrokken ploeg, zodat hier met een aanbouwploeg is gewerkt. Het eerste jaar was dit een rondgaande ploeg, die in het tweede proefjaar werd vervangen door een kantelploeg.

Op Mariënhof is het tweede proefjaar met een aanbouwploeg gewerkt, terwijl de andere jaren een getrokken rondgaande 2-scharige ploeg is gebruikt. Op de andere drie bedrijven werd alle jaren met hetzelfde materiaal geploegd, nl. in de Wilhelminapolder met een 5-scharige, op de Oostwaardhoeve en bij de Gebr. Meyer met een

2-scharige ploeg. Als krachtbron fungeerde in de Wilhelminapolder gedurende de drie jaren een zware rupstrekker, op de Oostwaardhoeve werd het eerste jaar een wieltrekker gebruikt, terwijl de volgende jaren met een rupstrekker werd gewerkt. Op de andere bedrijven werd wel alle jaren met wieltrekkers geploegd, maar niet elk jaar met dezelfde.

De voorjaarsgrondbewerking werd, afhankelijk van het te zaaien gewas, uitgevoerd met eggen of slepen. In de Wilhelminapolder werd enkele malen gebruik gemaakt van een rupstrekker; verder werd de voorjaarsbewerking uitsluitend met wieltrekkers uitgevoerd.

D. De hantering van de werktuigen

1. De ploegdiepte en de snijbreedte

De ploegdiepte is op twee manieren gemeten, nl. met het breedte-diepte-apparaat en met de reliëfmeter. De snijbreedte werd alleen met het eerstgenoemde apparaat gemeten.

Het breedte-diepte-apparaat bestaat uit een horizontale stang, waarop aan een uiteinde een in hoogte verstelbare verticale stang is bevestigd. Op ongeveer 5 cm voor dit uiteinde is aan de benedenzijde van de horizontale stang nog een verticaal stangetje van ca. 5 cm lengte vast verbonden. Zowel de horizontale als de verstelbare verticale stang zijn van een maatverdeling voorzien.

Voor de meting van de snijbreedte en de ploegdiepte wordt de horizontale stang op het ongeploegde land gelegd, loodrecht op de open voor. Het naar beneden uitstekende dwarsstangetje komt tegen de vaste kant van de voor te liggen. Bij het op het ongeploegde land liggende uiteinde van de horizontale stang wordt een piketje in de grond gestoken. Op 10 plaatsen per voor wordt op deze wijze een vaste afstand tot de open voor uitgezet.

Nadat de nieuwe voor is geploegd wordt de horizontale stang op dezelfde wijze neergelegd. Het gedeelte van de stang dat voorbij het piketje steekt, geeft nu de ploegbreedte aan. Tevens wordt de verticale stang zo verschoven, dat de onderkant op de bodem van de voor rust. Daarna kan de ploegdiepte worden afgelezen.

Deze metingen worden meestal in 6 achtereenvolgende voren herhaald. Uit de zo verkregen 60 cijfers worden de gemiddelde ploegdiepte en snijbreedte berekend.

De reliëfmeter is opgebouwd uit een plank, waaraan op onderlinge afstanden van 10 cm 20 pennen zijn bevestigd. De plank wordt dwars op de ploegrichting horizontaal opgesteld op 2 piketten. De pennen worden nu op het grondoppervlak neergelaten, waarna de afstand van de onderkant van elke pen tot de plank met behulp van een maatverdeling kan worden afgelezen. Uit de verkregen 20 cijfers wordt de gemiddelde afstand van het grondoppervlak tot de onderkant van de plank berekend.

Nadat de voor geploegd is, wordt de plank weer op dezelfde plaats en op dezelfde hoogte opgesteld. Van de pennen die in de open voor vallen (meestal slechts 3 à 4) wordt weer de gemiddelde afstand tot de plank bepaald. Het verschil in gemiddelde afstand voor en na het ploegen van de voor is gelijk aan de ploegdiepte.

Deze meting van de ploegdiepte wordt op 5 plaatsen per voor en in 4 achtereenvolgende voren uitgevoerd, zodat de gemiddelde ploegdiepte tenslotte uit 20 cijfers kan worden berekend.

Over het algemeen geeft de methode met het breedte-diepte-apparaat kleinere waarden voor de ploegdiepte dan de methode met de reliëfmeter (zie tabel 4). Bij een serie van 28 gemiddelden blijkt dit in 21 gevallen op te gaan. Het gemiddelde verschil bedraagt 0,8 cm.

Tabel 4 Ploegdiepte en verplaatste grondvolume

		Oostwaardhoeve		Gebrs. Meyer		Mariënhof		Wilhelminapolder		R.L.v.d.Berg	
Jaar	Methode	vroeg	laat	vroeg	laat	vroeg	laat	vroeg	laat	vroeg	laat
1957	reliëfmeter	22,9	22,0	20,6	21,2	24,1	22,9	26,7	28,6	24,1	23,0
1958		25,3	27,3	-	-	23,2	22,4	28,1	29,7	27,2	26,6
1959		27,2	27,4	20,0	21,7	25,3	24,7	28,9	29,3	26,5	23,7
1957	breedte-diepte-apparaat	22,7	22,6	20,7	20,6	22,9	23,4	25,0	26,2	23,7	22,9
1958		23,5	24,7	-	-	23,1	22,2	28,2	27,8	24,0	25,8
1959		28,5	23,5	19,0	21,5	24,0	24,0	28,5	28,5	27,0	24,0
Verplaatste hoeveelheid grond cm ³ /cm ²											
1957		10,1	9,6	10,7	11,7	13,5	12,7	14,7	16,2	13,6	12,8
1958		11,5	12,2	-	-	13,0	12,8	16,7	18,2	15,7	15,5
1959		12,2	12,0	11,4	12,4	13,0	13,5	13,2	16,6	14,1	13,4

Dit verschil wordt voor een deel veroorzaakt door het ronde voetje dat onder de verticale stang van het breedte-diepte-apparaat is aangebracht. Niet alleen kan hier gemakkelijk wat grond onder blijven kleven, maar ook steunt dit voetje altijd op het hoogste punt binnen zijn oppervlak. Daar verder het dwarsstangetje van de breedtestang tegen de vaste kant moet worden gedrukt, wordt de diepte steeds op ongeveer één vierde van de voorbreedte uit de vaste kant gemeten. Bij veel ploegen ligt dit punt wat hoger dan de beide kanten van de voorbodem.

Een tweede moeilijkheid van de dieptemeting met het breedte-diepte-apparaat is, dat de diepte wordt gemeten t.o.v. de horizontale stang, die dient voor de breedte-meting. Wanneer de bovengrond wat nat is, waardoor het landwiel van de trekker slipt, of wanneer antislipmiddelen worden gebruikt, wordt de bovenkant van het nog ongeploegde land zeer ruw. Hierdoor is het bijzonder moeilijk de horizontale stang op de hoogte van het oorspronkelijke oppervlak te brengen.

Met de reliëfmeter krijgt men per meting 3 tot 4 hoogtecijfers uit één dwarsdoorsnede van de voor. Deze meting is nauwkeuriger, doch meer tijdrovend. Daarnaast blijft ook bij deze meetmethode de vraag open of de hoogteveranderingen, veroorzaakt door de trekker, bij het maken van sporen al of niet moeten worden megeteld. In vele gevallen zullen deze hoogteverschillen echter gering zijn.

Bij de snijbreedtemeting met het breedte-diepte-apparaat doet zich de moeilijkheid voor, dat de zijkant van de open voor vaak niet duidelijk is. Vooral wanneer het kouter niet volledig goed is afgesteld, wordt het bovenste gedeelte van de vaste kant brokkelig. Vooral bij eenscharige ploegen is de kans op fouten groot. Bij meerschjarige ploegen wisselt alleen de ploegbreedte van het voorste rister. De invloed van een meetfout op de uitkomst wordt hier dus verkleind.

Wordt de meting van de snijbreedte nauwkeuriger bij een groter aantal risters, bij de meting van de ploegdiepte is dat niet het geval, daar alleen de diepte van het laatste rister (de open voor) wordt gemeten. Staat een meerschjarige ploeg dus niet volledig horizontaal afgesteld, dan worden ook hier fouten bij de ploegdieptemetingen gemaakt.

Op grond van al deze overwegingen is het niet waarschijnlijk, dat de ploegdiepte en de snijbreedte nauwkeuriger dan tot op 1 cm zijn te meten. Voor normale praktijkproeven zal dit ook niet noodzakelijk zijn en zijn de verkregen waarden nauwkeurig genoeg. Eist een proef, dat exacte waarden worden verkregen, dan zullen tijdrovende metingen moeten worden gedaan. Gemiddeld over de drie proefjaren bedroeg de ploegdiepte volgens de metingen met de reliëfmeter in de Wilhelminapolder 28 cm, op de Oostwaardhoeve en bij R.L. van den Berg 25 cm, op Mariënhof 24 cm en bij Gebrs. Meyer 21 cm. Gemiddeld was de ploegdiepte het eerste jaar het kleinst en nam bij de volgende jaren toe. Het duidelijkst is dit op de Oostwaardhoeve waar een toename van 23 tot 28 cm werd geconstateerd.

De gemiddelde snijbreedte per schaar (tabel 5) bedroeg op Mariënhof 38 cm, in de Wilhelminapolder 37 cm, bij R.L. van den Berg 35 cm, op de Oostwaardhoeve 34 cm en bij de Gebrs. Meyer 32 cm.

Tabel 5 Snijbreedte per schaar (cm)

jaar	Oostwaardhoeve		Gebrs. Meyer		Mariënhof		Wilhelminapolder		R.L. v.d. Berg	
	vroeg	laat	vroeg	laat	vroeg	laat	vroeg	laat	vroeg	laat
1957	31,6	34,9	33,6	30,9	38,7	39,0	36,8	37,4	33,0	35,6
1958	36,9	33,7	-	-	33,6	40,1	35,8	37,1	36,9	38,2
1959	34,8	33,2	31,2	34,5	38,2	37,2	37,8	38,8	33,5	35,0

De vraag doet zich voor of de ploegdiepte zelf wel de meest zinvolle maat voor de bewerkingsdiepte is. Om dezelfde hoeveelheid vaste gronddeeltjes te verwerken zou op een ogenblik dat de grond relatief los is, immers dieper moeten worden gewerkt dan bij een betrekkelijk dichte ligging. Een duidelijk voorbeeld hiervan levert het laatste proefjaar in de Wilhelminapolder op. De ploegdiepten bij vroeg en laat ploegen zijn respectievelijk 28,9 en 29,3 cm, dus praktisch gelijk. Vermenigvuldigt men de ploegdiepte met het vol. % vaste delen in de grond, dan geeft het gevonden getal weer, hoeveel cm^3 vaste delen er per cm^2 grondoppervlak is bewerkt. Dit is voor dit geval bij vroeg en laat ploegen resp. 13,2 en 16,6 cm^3/cm^2 , d.w.z. dat bij het vroege ploegen door de relatief losse ligging van de grond ongeveer 20% minder grond is bewerkt dan bij het late ploegen, zonder dat dit uit de ploegdiepte-cijfers blijkt.

Uit tabel 4 waarin de ploegdiepten en deze losgemaakte hoeveelheden grond bijeen zijn gebracht is evenwel af te leiden, dat doorgaans het poriënvolume slechts tot een kleine correctie aanleiding geeft.

2. De rijsnelheid

De gemiddelde rijsnelheid is bepaald door met een stophorloge de tijd op te nemen die de trekker nodig had om een afstand van 100 m af te leggen. Uit tabel 6 blijkt dat alleen in de Wilhelminapolder en op Mariënhof elk jaar met nagenoeg gelijke snelheid werd gereden. Op de andere bedrijven waren er tamelijk grote verschillen. Daar de benodigde trekkracht mede afhankelijk is van de snelheid zijn deze variaties uiteraard hinderlijk.

Tabel 6 Rijsnelheid (km/uur)

	Oostwaardhoeve		Gebrs. Meyer		Mariënhof		Wilhelmina- polder		R.L. v.d. Berg	
jaar	vroeg	laat	vroeg	laat	vroeg	laat	vroeg	laat	vroeg	laat
1957	-	-	5,4	3,6	-	-	-	-	-	-
1958	3,7	4,1	-	-	4,5	4,1	3,4	3,4	3,2	3,9
1959	2,2	4,0	4,3	4,4	4,3	4,6	3,4	3,2	4,6	2,5

E. De Trekkraft

In feite wordt de benodigde trekkraft bepaald door de bovenomschreven of aanverwante grootheden. Als zodanig zou deze dus ook bij de omschrijving van het resultaat van de bewerking kunnen worden ingedeeld. De gecompliceerdheid van deze relatie rechtvaardigt echter evenzeer het standpunt dat hiermede een samenvattend aspect van de omstandigheden wordt belicht.

Zoals reeds werd opgemerkt is de trekkraft in de praktijk alleen te meten aan getrokken ploegen. Bovendien lukte het pas bij het late ploegen in het tweede proefjaar de enorme krachten bij het ploegen in de Wilhelminapolder enigszins betrouwbaar te meten. Hierdoor is het aantal geslaagde trekkraftmetingen niet groot.

De trekkraften zijn gemeten met een Heycoop hydraulische trekkraftmeter, waarbij de trekkraften worden afgelezen op een manometer. Meestal wordt de trekkraft in 6 voren op 10 plaatsen per voor gemeten. Om onderlinge vergelijkingen mogelijk te maken, wordt de trekkraft omgerekend tot specifieke grondweerstand d.i. het aantal kg trekkraft per dm^2 voorddoorsnede (zie tabel 7).

Tabel 7 Specifieke grondweerstand (kg/ dm^2)

	Oostwaardhoeve		Gebrs. Meyer		Mariënhof		Wilhelmina- polder		R.L. v.d. Berg	
jaar	vroeg	laat	vroeg	laat	vroeg	laat	vroeg	laat	vroeg	laat
1957	89	73	51	53	69	54	-	-	-	-
1958	89	93	-	-	-	-	-	-	-	-
1959	65	84	36	42	70	54	59	57	-	-

Bij ongeveer gelijke snelheid geeft deze maat op gelijke grondsoort de verschillen in ristervorm aan, terwijl bij gelijk-blijvend rister en verschillende grondsoort deze laatste nader wordt gespecificeerd.

Uiteraard konden geen gelijke ristervormen worden gebruikt, daar elke boer met zijn eigen materiaal de percelen ploegde. Het was dan ook in eerste instantie de bedoeling de verschillen tussen het vroeg en laat geploegde perceel te karakteriseren.

Aan de trekkrachtmeting zelf kleven nog wel enkele bezwaren. Gezien de grote variaties in trekkracht van plek tot plek moet worden volstaan met het schatten van een gemiddelde, wat uiteraard de nauwkeurigheid niet ten goede komt. De gemiddelden zijn tevens over oppervlakten van 10 m geschat. Verder zijn het gelijktijdig meten van ploegdiepte, snijbreedte en trekkracht, wat voor een exacte berekening van de specifieke grondweerstand nodig zou zijn, praktisch niet mogelijk.

Ook hier geldt echter dat voor praktijkwaarnemingen de metingen voldoende betrouwbaar zijn.

De onderlinge vergelijking tussen vroeg en laat ploegen is alleen mogelijk op de Oostwaardhoeve, daar alleen hier gedurende de gehele proefperiode op hetzelfde perceel en met hetzelfde materiaal werd geploegd. Uit tabel 8 blijkt echter dat ook op dit bedrijf het aantal waarnemingen nog te gering en de variaties te groot zijn (vochtgehalte, dichtheid, rijsnelheid enz.) om conclusies te kunnen trekken.

Tabel 8 Oostwaardhoeve

	v r o e g			l a a t		
	1957	1958	1959	1957	1958	1959
spec. grondw. kg/dm ²	89	89	65	73	93	84
vol. % poriën	55,7	54,4	55,3	56,6	55,4	56,1
gew. % water bouwvoor	42,9	45,8	30,3	45,8	47,7	40,7
rijsnelheid km/h	-	3,7	2,2	-	4,1	4,0

De verschillen in specifieke grondweerstand tussen de bedrijven onderling zijn evenwel voldoende groot om aan te nemen dat deze in de eerste plaats door de grondsoort worden veroorzaakt en niet door de ristervorm. Op de zwaarste grond (Oostwaardhoeve) was de specifieke grondweerstand gemiddeld het grootst (ca. 80 kg/dm²), op de lichtste grond (Gebr. Meyer) het kleinst (ca. 45 kg/dm²). In Mariënhof en in de Wilhelminapolder bedroeg de specifieke grondweerstand ca. 60 kg/dm² (zie tabel 7).

III. Karakterisering van het resultaat

A. Het gedrag van de grond

1. De ruwheid van het grondoppervlak

Direct na de bewerking werd de ruwheid van het grondoppervlak vastgelegd met de reliëfmeten, waarmee de hoogte van het grondoppervlak ten opzichte van een horizontale lijn op 20 plaatsen met een onderlinge afstand van 10 cm wordt opgemeten. Deze meting werd steeds op 20 plaatsen uitgevoerd, zodat er 400 hoogtecijfers beschikbaar kwamen. Uit deze 20 groepen van 20 cijfers wordt de standaardafwijking van de hoogtecijfers in cm berekend. De ruwheid is gedefinieerd als $100 \cdot \log.s$. De ruwheid kan variëren van 0 tot 100 eenheden, waarbij een verschil van 5 eenheden als betrouwbaar kan worden aangenomen.

Op het object "laat ploegen" werd de ruwheid in de herfst alleen vlak na het ploegen gemeten. Op het object "vroeg ploegen" werd de ruwheid in de herfst twee keer gemeten, nl. vlak na het ploegen en op het tijdstip van laat ploegen. Voor de voorjaarsbewerking werd de ruwheid op beide objecten weer gelijktijdig vastgelegd. Op het object "vroeg ploegen" zijn dus ieder seizoen drie waarnemingen verricht, op het object "laat ploegen" twee.

Tabel 9 geeft een samenvatting van de gevonden waarden. Daar de ruwheid een logaritmische functie van de hoogtecijfers is, zou men een min of meer lineair verband met de tijd verstreken na de bewerking kunnen verwachten. Uit de cijfers blijkt, dat de ruwheid toch in de eerste tijd sterker afneemt dan later. Bij de eerste, tweede en derde meting was de ruwheid, gemiddeld over de drie jaren en vier proefvelden, waarvan een complete serie cijfers beschikbaar is, respectievelijk 79,5, 67,8 en 58,8 eenheden d.w.z. dat de ruwheid vanaf het ploegen tot de voorjaarsbewerking gemiddeld met 20,7 eenheden afnam, waarvan ongeveer 56% in de periode tussen vroeg en laat ploegen.

Ook grafiek 2 demonstreert duidelijk dat de ruwheid in de loop van de winter gemiddeld met ongeveer 20 eenheden vermindert. De onderbroken lijn in de figuur is niet door de punten getrokken, maar ontleend aan een publikatie van KUIPERS (1957), waarin getoond wordt, dat in twee totaal verschillende jaren het verband tussen de ruwheid in het najaar en in het voorjaar praktisch hetzelfde was. Ook de nu onderzochte 5 proefvelden blijken zich in de betrokken 3 jaren goed bij deze algemene tendens aan te sluiten. De vermindering van de ruwheid was gemiddeld over de proefvelden op de Oostwaardhoeve, op Mariënhof, in de Wilhelminapolder en bij R.L. van den Berg in de drie jaren respectievelijk: 20,3, 23,1 en 18,0 eenheden.

Tabel 9 Ruwheid

Oostwaardhoeve			Gebrs. Meyer			Mariënhof			Wilhelminapolder			R.L. v.d. Berg		
datum	vroeg	laat	datum	vroeg	laat	datum	vroeg	laat	datum	vroeg	laat	datum	vroeg	laat
7-10-'57	77	-	15-11-'57	62	-	8-11-'57	85	-	17-10-'57	83	-	14-11-'57	76	-
25-10-'57	71	82	6-12-'57	56	71	11-12-'57	77	83	10-12-'57	70	78	11-12-'57	61	71
13- 3-'58	53	61	21- 3-'58	47	51	18- 3-'58	62	65	20- 3-'58	61	63	19- 3-'58	54	54
6-11-'58	95	-				14-11-'58	89	-	16-10-'58	90	-	17-11-'58	90	-
16-12-'58	81	88				18-12-'58	79	90	10-12-'58	73	81	17-12-'58	76	81
14- 4-'59	66	67				4- 3-'59	71	69	3- 3-'59	61	59	4- 3-'59	66	60
2-10-'59	83	-	3-11-'59	36	-	30- 9-'59	65	-	1-10-'59	70	-	13-10-'59	67	-
20-11-'59	76	82	19-11-'59	31	48	25-11-'59	48	66	26-11-'59	55	70	27-11-'59	51	67
14- 3-'60	58	56	15- 3-'60	34	33	10- 3-'60	48	48	11- 3-'60	52	45	10- 3-'60	52	50

De drie jaren zijn in de grafiek afzonderlijk aangegeven. Het natte tweede jaar gaf zowel in het najaar als in het voorjaar grote ruwheden te zien, het droge laatste jaar juist lage. De kruisjes liggen op één na beneden de stippellijn. Dit betekent dat de ruwheid in 1958/'59 met meer dan 20 eenheden is afgenomen. De cirkeltjes liggen daarentegen merendeels boven de lijn, wat erop duidt dat de ruwheid in 1959/'60 met minder dan 20 eenheden is afgenomen. De tendens is dus merkbaar van een relatief grote vervlaking in het jaar met de grote ruwheden en een relatief kleine vervlaking in het jaar met de kleine ruwheden. Deze tendens is bij vroeg ploegen duidelijker dan bij laat ploegen, zoals blijkt uit grafiek 3, waarin zowel de onderbroken lijn uit grafiek 2 als de berekende regressielijn zijn getekend.¹⁾ De kruisjes (1958/'59) liggen nl. bij vroeg ploegen duidelijk onder de onderbroken lijn en de cirkeltjes (1959/'60) erboven, terwijl dit bij laat ploegen in veel mindere mate het geval is.

Zoals uit grafiek 4 blijkt, betekent dit echter niet dat bij vroeg ploegen het land in het voorjaar vlakker lag.

2. De ophoging

Daar een van de voornaamste doelstellingen van het ploegen is de grond los te maken, werd getracht een beeld te krijgen van de mate waarin dit is gelukt.

Wanneer een bepaald volume grond wordt losgemaakt, zal het volume toenemen. Hierbij komt er meer lucht in de grond, terwijl de vaste en vloeibare bestanddelen over een groter volume worden verdeeld. Als gevolg hiervan zal de oppervlakte van de grond na losmaken hoger liggen dan ervoor. Dit verschil in hoogteligging wordt ophoging genoemd.

De ophoging werd bepaald door vóór en na het ploegen met behulp van de reliëfmeter de gemiddelde hoogteligging van het maai-veld t.o.v. een vast punt te meten.

In het eerste jaar werden 5 piketten op onderlinge afstanden van 2 m in een rechte lijn dwars op de ploegrichting geplaatst. Hierbij werd er voor gezorgd dat de koppen van de piketten in een horizontaal vlak kwamen. De hoogte van het land voor de bewerking werd nu t.o.v. de piketten vastgelegd met behulp van de op de piketten geplaatste reliëfmeter. Dit geschiedde op 5 plaatsen, zodat $5 \times 4 \times 20 = 400$ hoogtecijfers beschikbaar kwamen.

De hoogte van de piketten werd met behulp van de reliëfmeter overgebracht op piketten op het geploegde land, waarop na het ploegen de hoogtemeting werd herhaald op dezelfde plaats als voor het ploegen.

1)

Bij de berekening van de getekende regressielijnen werd het laagst gelegen punt (Gebrs. Meyer 1959/'60) voorzichtigheidshalve buiten beschouwing gelaten. Het verschil tussen de beide regressielijnen is desondanks betrouwbaar.

Uit de 400 hoogtecijfers voor en na het ploegen kan dan behalve de ruwheid ook de ophoging worden berekend.

Dit gebruik van de reliëfmeter als waterpasinstrument, nl. voor het overbrengen van de hoogte van piketten, betekende een dusdanige verzwaring van de te stellen nauwkeurigheidseisen, dat diverse veranderingen in de apparatuur nodig bleken. Tevens kwam de wenselijkheid naar voren de methode zodanig te wijzigen dat controle op de hoogte van de piketten mogelijk was.

Ook het tweede jaar werd t.o.v. piketten gemeten. Deze werden nu echter in rechthoeksverband geplaatst, zodat ter controle een rondmeting met de als waterpasinstrument gebruikte reliëfmeter kon plaatsvinden. Bovendien werd de hoogte van de piketten niet vastgelegd t.o.v. piketten op het geploegde land, maar t.o.v. op 50 cm diepte in de grond geplaatste betonnen tegeltjes. Hierdoor werd het mogelijk ook in het voorjaar de hoogte van het maaiveld te bepalen.

Na het **extreem** droge najaar van 1959 bleek het werken met houten piketten zo bezwaarlijk te zijn dat besloten werd de apparatuur geheel te herzien. In het voorjaar van 1960 werden dan ook stalen pennen gebruikt die aan de bovenzijde zijn voorzien van stelschroeven, waardoor het nauwkeurig horizontaal stellen van de op de pennen geplaatste reliëfmeter zeer wordt vergemakkelijkt.

In tabel 10 zijn de resultaten van de ophogingsmetingen samengevat. Daar de ophogingsmetingen steeds zijn verricht met een nog in ontwikkeling zijnde apparatuur, moet betwijfeld worden of de kwaliteit van de verkregen cijfers een detailbeschouwing rechtvaardigt. Daarom wordt volstaan met een algemene samenvatting, waaraan door de enorme hoeveelheid hierin verwerkt cijfermateriaal een zeer redelijke betrouwbaarheid kan worden toegekend.

Gemiddeld over de vier proefvelden in 1958/'59 en de vijf proefvelden in 1959/'60 werden de volgende ophogingen in omgevonden :

	<u>direct na</u> <u>het ploegen</u>	<u>bij de 2^e</u> <u>meting</u>	<u>in het voorjaar</u> <u>voor bew.</u>	<u>na bewerking</u>
1958/1959	7,5	3,9	3,7	1,7
1959/1960	6,1	4,1	3,7	0,4
Gemiddeld	6,7	4,0	3,7	1,0

De metingen direct na het ploegen zijn voor 1958/'59 gebaseerd op 8 waarnemingen en voor 1959/'60 op 10 waarnemingen (zie tabel 10). Voor de voorjaarsmetingen geldt hetzelfde, met uitzondering van het voorjaar van 1959, toen op 2 proefvelden de ophoging na bewerking niet werd gemeten, doch berekend uit het poriënvolume. De tweede kolom cijfers heeft betrekking op de hoogtemeting op het object "vroeg ploegen" op het tijdstip van het late ploegen en berust het eerste jaar op 4 en het tweede jaar op 5 waarnemingen.

De natuurlijke zakking van de grond tussen najaar en voorjaar bedroeg dus gemiddeld 3 cm, waarvan 2,7 cm of 90% in de periode tussen vroeg en laat ploegen. Dit is in overeenstemming met de verwachting dat de zakking globaal gezien een logaritmisch verband met de tijd zal opleveren. Als de eerste en derde kolom alleen voor het vroeg ploegen worden berekend, verandert dit de conclusie niet. Het is dan ook niet te verwachten, dat een verschil van tijdstip van ploegen in de herfst door een verschil van de zakkingsperiode in het voorjaar nog tot verschillen in dichtheid aanleiding zal geven. Veeleer zal men dus hierbij moeten denken aan reeds bij de bewerking ontstane verschillen of aan verschillen in weersomstandigheden, dus in de aard van de zakkingsperiode.

Een tweede punt van belang is, dat van de totale ophoging in het voorjaar toch nog ca. 55% voorhanden was. Het meest opmerkelijke is evenwel de zakking die bij de voorjaarsgrondbewerking bleek op te treden. Gemiddeld werd immers de nog resterende 55% gereduceerd tot 15%. Wat dit zeggen wil is wellicht het duidelijkst te demonstrenen door het gemiddelde verloop van de ophoging om te rekenen in grond : water : luchtverhoudingen. Hiervoor wordt uitgegaan van een dichte, vochtige grond, waarvoor een losmakende bewerking dus inderdaad nodig is. Aangenomen wordt, dat de grond 24 cm diep wordt geploegd, daar dit goed overeenkomt met de proeven waaraan het gemiddelde verloop is ontleend. Aangenomen wordt verder, dat de grond steeds dezelfde hoeveelheid water in gewichtsprocenten bevat.

tijdstip	ophoging	dikte bouwvoor	vol. % poriën	vol.% water	vol.% lucht
voor de bewerking	0	24,0	45,0	42,0	3,0
direct na het ploegen	6,7	30,7	57,0	32,8	24,2
bij 2 ^e meting	4,0	28,0	52,8	36,0	16,8
voorjaar vóór bew.	3,7	27,7	52,4	36,4	16,0
voorjaar na bew.	1,0	25,0	47,2	40,3	6,9

Deze berekening demonstreert duidelijk, welke belangrijke gevolgen de geconstateerde niveaüverandering bij de voorjaarsgrondbewerking heeft. In het voorbeeld was de luchtvoorziening voor de voorjaarsgrondbewerking nog voldoende gewaarborgd, erna moet de situatie kritiek worden genoemd. Er is dus alle reden de structuurveranderingen bij de voorjaarsgrondbewerking nader te bestuderen.

Tabel 10 Ophoging

	Oostwaardhoeve		Gebrs. Meyer		Mariënhof		Wilhelminapolder		R.L. v.d. Berg		Gem.
	vroeg	laat	vroeg	laat	vroeg	laat	vroeg	laat	vroeg	laat	
1957/1958 1 ^e meting	9,9	6,5	8,1	6,4	7,1	6,9	8,7	6,4	9,0	8,6	7,8
2 ^e meting	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
voorjaar voor bew.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
voorjaar na bew.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1958/1959 1 ^e meting	6,6	6,9	-	-	8,0	5,8	8,4	8,4	8,0	7,6	7,5
2 ^e meting	3,9	-	-	-	4,2	-	3,3	-	4,1	-	3,9
voorjaar voor bew.	3,6	6,4	-	-	3,6	1,8	3,1	3,6	3,8	3,6	3,7
voorjaar na bew.	1,8	1,0	-	-	1,7	1,0	1,9 ¹⁾	1,3 ¹⁾	2,7 ¹⁾	2,2 ¹⁾	1,7
1959/1960 1 ^e meting	5,4	6,6	4,0	5,4	7,8	7,2	3,6	5,2	7,6	8,2	6,1
2 ^e meting	5,9	-	2,7	-	4,9	-	1,8	-	5,1	-	4,1
voorjaar voor bew.	6,1	4,3	2,6	1,9	4,9	3,8	1,6	3,7	2,5	5,3	3,7
voorjaar na bew.	3,8	1,7	0,6	1,2	1,2	0,2	-1,9	-3,7	0,9	-0,4	0,4

1) Berekend uit het poriënvolume.

Tabel 11 Ophoging in het voorjaar (cm)

	1958/1959				1959/1960			
	vroeg		laat		vroeg		laat	
	gemeten	berekend	gemeten	berekend	gemeten	berekend	gemeten	berekend
Oostwaardhoeve	1,8	1,6	1,0	0,7	3,8	0,3	1,7	1,4
Gebrs.Meyer	-	-	-	-	0,6	1,5	1,2	1,0
Marïenhof	1,7	1,7	1,0	1,5	1,2	0,4	0,2	0,8
Wilhelminapolder	-	1,9	-	1,3	- 1,9	- 4,2	- 3,7	- 0,2
R.L. v.d. Berg	-	2,7	-	2,2	0,9	0,0	- 0,4	0,8

3. Het poriënvolume

Een vergelijking van het poriënvolume voor de bewerking in de herfst en na de bewerking in het voorjaar zou een controle op de ophogingsmetingen moeten opleveren. In grafiek 5 is de gemeten ophoging in het voorjaar uitgezet tegen die berekend uit het poriënvolume en de ploegdiepte (tabel 11). In het jaar 1958/'59 is de overeenstemming zeer bevredigend. Na de extreem droge herfst van 1959 zijn er echter enkele uitschieters, nl. het cirkeltje en het kruisje respectievelijk ver onder en ver boven de lijn van volledige overeenstemming, links in de grafiek, beide afkomstig uit de Wilhelminapolder en het cirkeltje rechts ver onder de lijn van het onder zeer droge omstandigheden ploegen op de Oostwaardhoeve.

Een tweede vraag die zich voordoet is of uit de zeer vele bepalingen van het poriënvolume, die in de verschillende jaren gedaan zijn, valt af te leiden, dat het late ploegen tot een structuurverslechtering aanleiding heeft gegeven. De cijfers van tabel 3 doen wel een vermoeden in deze richting rijzen. Op Mariënhof was in de herfst van 1958 het poriënvolume op het vroege object 1,2 vol. % hoger, in de herfst van 1959 was het verschil 3 vol.%. Bij R.L. van den Berg lag het vroeg geploegde object aanvankelijk 0,8 vol.% lager, in de herfst van 1959 was dit 3,3 vol. % hoger. In de Wilhelminapolder was het poriënvolume op het vroeg geploegde object in 1957 1,6 vol.% groter, in het voorjaar van 1960 was dit 3,5 vol.%. Op de Oostwaardhoeve ligt het anders en van het proefveld bij de Gebrs. Meyer zijn wel erg weinig cijfers bekend.

Tabel 12 Verschillen in poriënvolume tussen vroeg en laat ploegen voor bewerking (laat minus vroeg)

Tijdstip	Oostwaardhoeve	Mariënhof	Wilhelminapolder	R.L. v.d. Berg
1 ^e herfst	+ 0,9	- 1,2	- 1,6	+ 0,8
1 ^e voorjaar	+ 1,4	- 1,4	+ 0,5	- 0,2
2 ^e herfst	+ 1,0	- 3,0	- 1,7	- 0,3
2 ^e voorjaar	- 0,6	- 2,1	- 2,9	- 1,4
3 ^e herfst	+ 0,8	-	-	- 3,3
3 ^e voorjaar	+ 2,4	-	- 3,5	- 1,5
Gemiddeld	+ 1,0	- 1,9	- 1,8	- 1,0

Een moeilijkheid is, dat de cijfers zich niet zo gemakkelijk laten samenvatten, omdat het poriënvolume niet alleen van bedrijf tot bedrijf varieert, maar ook met de tijd. Verder bleek reeds, dat er ook in de uitgangstoestand verschillen zijn (zie tabel 3). Allereerst zijn daarom de verschillen tussen vroeg en laat ploegen voor iedere bemonstering apart bepaald (zie tabel 12).

Het relatief hoge poriënvolume dat in de herfst van 1959 bij het vroeg ploegen in de Wilhelminapolder werd gevonden, is hierbij buiten beschouwing gelaten. Vervolgens is voor ieder proefveld het gemiddelde verschil in poriënvolume tussen vroeg en laat ploegen voor alle metingen samen berekend en dit gemiddelde verschil is van de verschillen per bemonstering afgetrokken (zie tabel 13).

Tabel 13 Afwijking van de verschillen in poriënvolume tussen vroeg en laat ploegen van het gemiddelde verschil per proefveld

Tijdstip	Oostwaardhoeve	Mariënhof	Wilhelminapolder	R.L. v.d.Berg
1 ^e herfst	- 0,1	+ 0,7	+ 0,2	+ 1,8
1 ^e voorjaar	+ 0,4	+ 0,5	+ 2,3	+ 0,8
2 ^e herfst	+ 0,0	- 1,1	+ 0,1	+ 0,7
2 ^e voorjaar	- 1,6	- 0,2	- 1,1	- 0,4
3 ^e herfst	- 0,2	-	-	- 2,3
3 ^e voorjaar	+ 1,4	-	- 1,7	- 0,5

De zo gevonden afwijkingen zijn uitgezet tegen de tijd en wel zodanig, dat herfst 1957 met 1 is aangeduid, voorjaar 1958 met 2, najaar 1958 met 3 enz. Dit is weergegeven in grafiek 6 voor de vier proefvelden waarvan er voldoende gegevens waren. In deze grafiek is tenslotte de regressie van de tijdcijfers op de afwijkingen berekend. Dit levert een regressiecoëfficiënt van -0,34 op met een standaardafwijking van 0,13, d.w.z. dat de regressiecoëfficiënt zeker statistisch betrouwbaar van nul **afwijkt**, ook al houdt men rekening met een vrij groot verlies van vrijheidsgraden door het in rekening brengen van de gemiddelde verschillen.

Verder blijkt uit de regressiecoëfficiënt van -0,34 dat bij een toename van de tijd met 2 eenheden, dus met 1 jaar, de afwijking van het verschil in poriënvolume met 0,68 vol.% ten ongunste van het laat ploegen is gewijzigd. Gerekend over drie proefjaren, dus tot de herfst van 1960 zou dit dus betekenen dat het verschil in poriënvolume tussen vroeg en laat ploegen zich gemiddeld zo gewijzigd heeft, dat het laat geploegde object 2 vol.% gedaald is t.o.v. het vroeg geploegde.

Gezien de grote variabiliteit van het poriënvolume is dit een conclusie, die slechts met voorzichtigheid uit dit grote cijfermateriaal kan worden afgeleid. Anderzijds laat deze beschouwing zien, dat een proefperiode van 3 jaar inderdaad kort moet worden genoemd, want een toename van het verschil in poriënvolume als berekend werd, zal inderdaad aanleiding kunnen zijn tot belangrijke structuurverschillen.

4. De bewerkbaarheid in het voorjaar

Bij de voorjaarsbewerkingen werden er geen beduidende verschillen in vochtgehalte geconstateerd. Ook de gemeten trekkrachten liepen in het algemeen weinig uiteen. Overigens is het leggen van een verband tussen trekkracht en toestand van de grond bij aan eggen en slepen gemeten trekkrachten nog veel moeilijker dan bij aan ploegen gemeten trekkrachten.

De grofheid van het zaaibed werd beoordeeld door op 10 willekeurige plaatsen binnen een oppervlakte van 10 dm² de 10 grootste aan het oppervlak liggende kluiten te verzamelen en te wegen. De betrouwbaarheid van de met deze methode verkregen cijfers blijkt echter te gering te zijn. Het te velde uitzeven van monsters van de losse grond in 7 fracties geeft betere resultaten. Deze laatste methode werd bij deze proeven echter slechts een enkele maal toegepast, zodat er nog te weinig cijfers zijn om er een conclusie uit te kunnen trekken.

De dikte van het zaaibed werd op 30 plaatsen per object met een duimstok gemeten. Hierbij bleek er reeds binnen eenzelfde object een enorme variatie in dikte te zijn. Van verschillen tussen 2 objecten is tot nu toe niets gebleken.

B. De reactie van de gewassen

Daar de proeven in enkelvoud zijn opgezet, komen alleen duidelijke gewasreacties voor een nadere bestudering in aanmerking. Hierom werd aanvankelijk besloten alleen dan opbrengstbepalingen te laten verrichten als de stand van het gewas of de uitkomsten van het bodemfysisch onderzoek daar aanleiding toe zouden geven. Het proefveld op de Oostwaardhoeve zou hierop een uitzondering vormen, omdat de voor de opbrengstbepaling nodige voorzieningen op het bedrijf aanwezig zijn. De opbrengstgegevens zijn vermeld in tabel 14.

In het eerste jaar werd de opbrengst niet alleen op de Oostwaardhoeve, maar ook op het proefveld bij R.L. van den Berg bepaald, omdat hier het verschil in voorvrucht op twee delen van het proefveld een op het oog duidelijke reactie gaf. In overeenstemming hiermede was op het gedeelte met de voorvrucht aardbeien de opbrengst 436 kg/are tegenover 389 kg/are na de voorvrucht erwten. Daar hierbij aan een stikstofreactie werd gedacht werden door de heer Dr. Ir. G.W. Harmsen van het I.B. nog enige stikstofbepalingen in gewasmonsters gedaan. Hieruit konden echter geen conclusies worden getrokken over de oorzaak van het verschil. Het was opmerkelijk dat de gemiddelde opbrengst bij vroeg ploegen 450 kg/are bedroeg tegen 391 kg/are bij laat ploegen. In het gewas was niets waargenomen dat dit verschil deed vermoeden. Wel ligt het object "laat ploegen" het dichtst bij een Oost-West verlopende bomenrij, die op een twintigtal meters ten Zuiden van het proefveld in de lengterichting langs het proefveld loopt.

Op de Oostwaardhoeve werd eveneens een opbrengstverschil tussen vroeg en laat ploegen gevonden; er kon zelfs van een groot verschil worden gesproken. Ook hier had de stand van de gerst het verschil niet doen vermoeden.

Er werd besloten het tweede jaar op alle proefvelden opbrengstbepalingen te doen verrichten. Dit is gebeurd, behalve bij de Gebrs. Meyer, waar de proef toen rustte. Er bleek toen alleen op de Oostwaardhoeve een duidelijk verschil op te treden, dat echter ook in de stand van de bieten was waargenomen. Een in dat jaar ingelaste extra ringbemonstering leverde resultaten op die twijfel deden rijzen omtrent de gelijkmatigheid van het proefveld.

Ook in het derde jaar was de opbrengstreactie op de Oostwaardhoeve aanwezig, vooral in het stro van de zomertarwe. Door nu tevens een uitvoerig granulair onderzoek in te stellen is echter voldoende komen vast te staan dat de ongelijkmatigheid van het proefveld inderdaad storend zal hebben kunnen werken op de opbrengstbepaling.

Bij de Gebrs. Meyer gaf het laat ploegen eerder een hogere dan een lagere opbrengst (zomertarwe). Op Mariënhof had de gerst zozeer van het natte weer te lijden, dat de uitkomsten van de opbrengstbepalingen niet reëel zijn. Voor het vlas in de Wilhelminapolder en bij R.L. van den Berg geldt hetzelfde. Deze cijfers zijn dan

ook niet in tabel 14 opgenomen.

Er zijn dus wel enkele duidelijke opbrengstverschillen, maar deze hangen niet voldoende betrouwbaar samen met de grondbewerking om er nu reeds conclusies uit te trekken.

Tabel 14 Opbrengsten

Proefveld	Jaar	Gewas	Opbrengst (kg/are)		Opbrengst stro/ loof (kg/are)		Rel. opbrengst (kg/are)		Rel. opbrengst stro (kg/are)	
			vroeg	laat	vroeg	laat	vroeg	laat	vroeg	laat
Oostwaardhoeve	1958	Gerst	35,6	25,7	42,7	29,8	100	72	100	70
	1959	Suikerbieten	546	437	312	258	100	80	100	83
	1960	Zomertarwe	59,2	53,4	42,7	24,4	100	90	100	57
Gebrs. Meyer	1958	Suikerbieten	-	-	-	-	-	-	-	-
	1959	Zomertarwe	-	-	-	-	-	-	-	-
	1960	Zomertarwe	48,7	52,1	87,0	93,5	100	107	100	108
Mariënhof	1958	Aardappelen	-	-	-	-	-	-	-	-
	1959	Erwten	56,6	54,8	-	-	100	97	-	-
	1960	Zomergerst	-	-	-	-	-	-	-	-
Wilhelminapolder	1958	Suikerbieten	-	-	-	-	-	-	-	-
	1959	Haver	37,9	39,0	46,5	50,3	100	103	100	108
	1960	Vlas	-	-	-	-	-	-	-	-
R.L. v.d. Berg	1958	Aardappelen	450	391	-	-	100	87	-	-
	1959	Gerst	47,1	45,6	48,6	48,7	100	97	100	100
	1960	Vlas	-	-	-	-	-	-	-	-

IV. Conclusies

Als oefenobject voor het ontwikkelen van meettechnieken hebben de proefvelden goed voldaan.

Voor het meten van ploegdiepten en snijbreedten tot op 1 cm nauwkeurig blijken veel metingen nodig te zijn. Het meten van de benodigde trekkracht bleek goed uitvoerbaar, zij het, voor dit soort proeven alleen aan getrokken ploegen.

Poriënvolumemetingen eisen een goed inzicht in de laagsgewijze verschillen in de bouwvoor vooral als de grond voorbewerkt is. Vochtgehaltebepalingen dienen ook in de oppervlaktelaag plaats te hebben. Ruwheidsmetingen geven geen bijzondere moeilijkheden, ophogingsmetingen vragen een zeer bijzondere zorg.

Uit de verrichte metingen bleek onder meer, dat het vochtgehalte van de bouwvoor minder varieert dan men zou denken, zo zelfs, dat geconcludeerd werd, dat het praktijkoordeel over de omstandigheden waaronder wordt bewerkt meer gebaseerd is op de berijdbaarheid van het land dan op de bewerkbaarheid van de grond.

De ruwheid bleek een niet-lineair verloop met de tijd te hebben, als is de afname na het ploegen in getalwaarde minder stormachtig dan bij de ophoging. In alle jaren nam de ruwheid in de winter met ongeveer 20 eenheden af. In het voorjaar waren er in deze geen verschillen tussen vroeg en laat ploegen. De ophogingsmetingen brachten aan het licht, dat een groot deel van de behaalde stijging van het poriënvolume bij de voorjaarsbewerking ongedaan gemaakt wordt.

Ten aanzien van het gekozen onderwerp : "vroeg of laat ploegen" kan worden opgemerkt, dat de uitvoering van het werk sterk bemoeilijkt kan worden door een slechte berijdbaarheid van het land. Er is een aanwijzing dat de dichtheid van de grond ongunstig reageert op het laat ploegen, maar de verstreken tijd is nog te kort om een verantwoorde uitspraak te kunnen doen, noch ten aanzien van het bodemfysisch resultaat noch ten aanzien van de opbrengsten.

Het is wenselijk de proeven door te zetten om een eventueel cumulatief effect de gelegenheid te geven aan de dag te treden. Het lijkt niet noodzakelijk hiervoor alle proefvelden te handhaven.

Het is niet gewenst alle tot nu toe toegepaste metingen op deze proefvelden door te zetten. Voor het bestuderen van het technologisch effect van het ploegen zijn de proeven weinig geslaagd. Hiervoor zal het noodzakelijk zijn met eigen werktuigen te werken, daar alleen dan vergelijkbare resultaten **bereikbaar** zullen kunnen worden.

Wel zullen de te handhaven proeven regelmatig moeten worden gecontroleerd om bij eventuele reacties tijdig de nodige metingen te kunnen uitvoeren.

L i t e r a t u u r

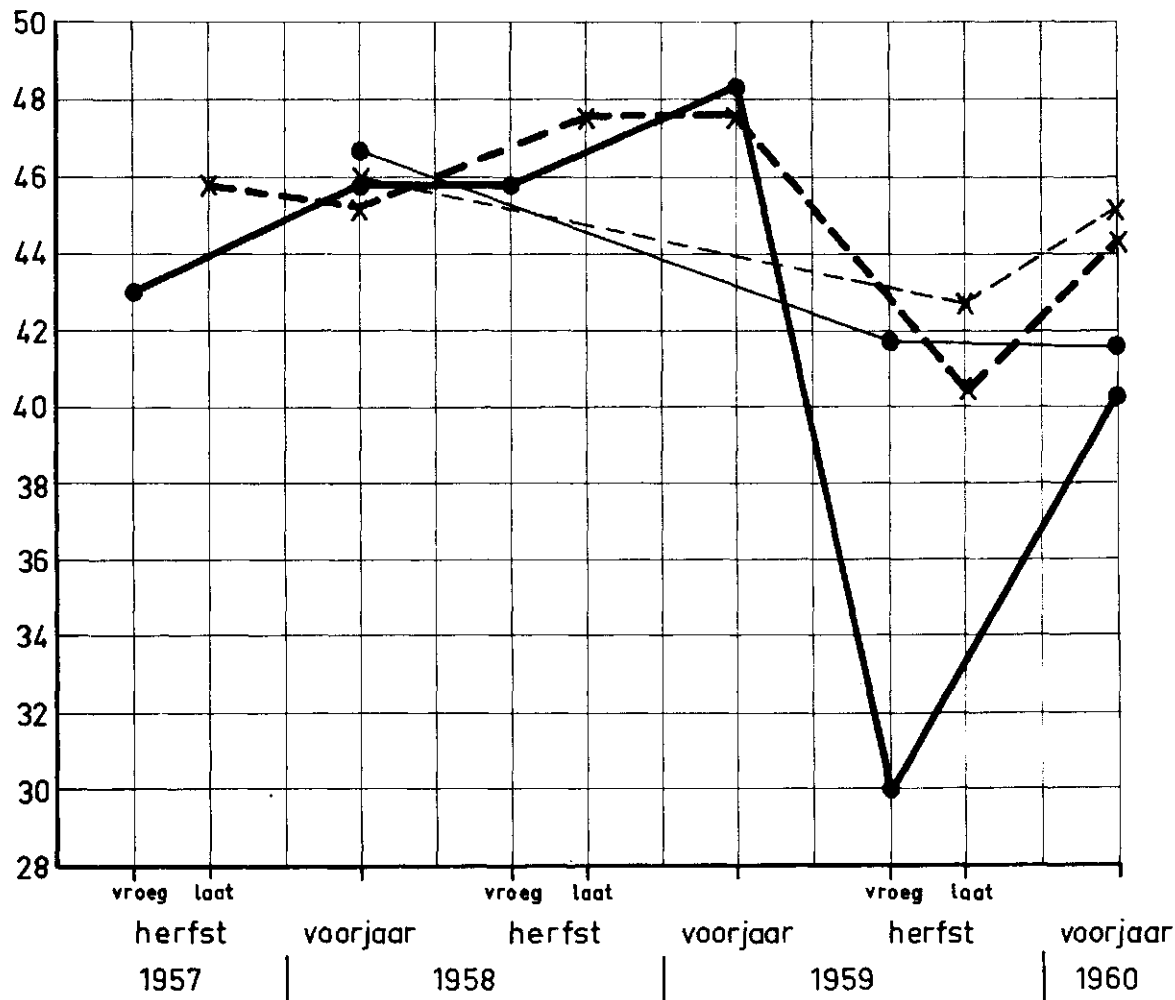
KUIPERS, H. A Reliefmeter for soil cultivation studies.
Neth. J. Agr.Sci. 5 (1957): 255-262.

VAN OUWERKERK, C. Samenvatting van het onderzoek over het
tijdstip van het ploegen op wintervoor in
1957/'58 en 1958/'59.
I.B. Groningen, Rapport X-1960.

Samenvatting van het onderzoek over het
tijdstip van het ploegen op wintervoor in
1959/1960.
I.B. Groningen, Rapport XVI-1960.

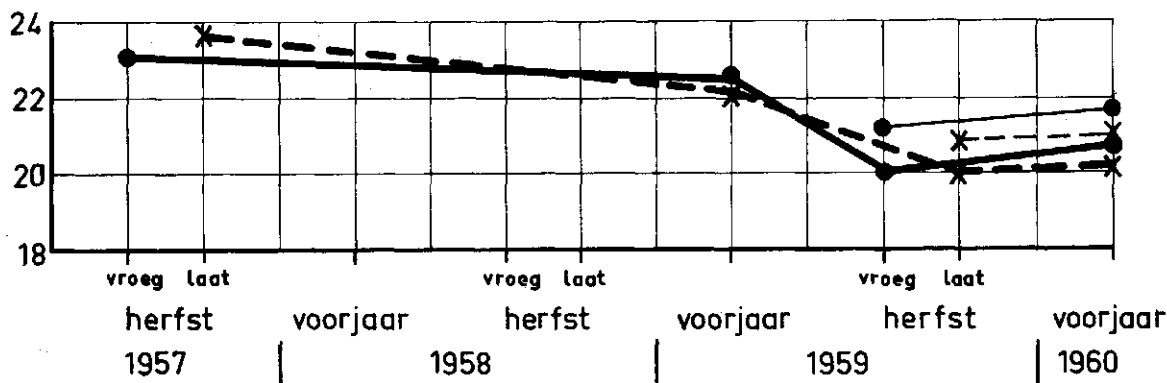
gewichts % water

Oostwaardhoeve



gewichts % water

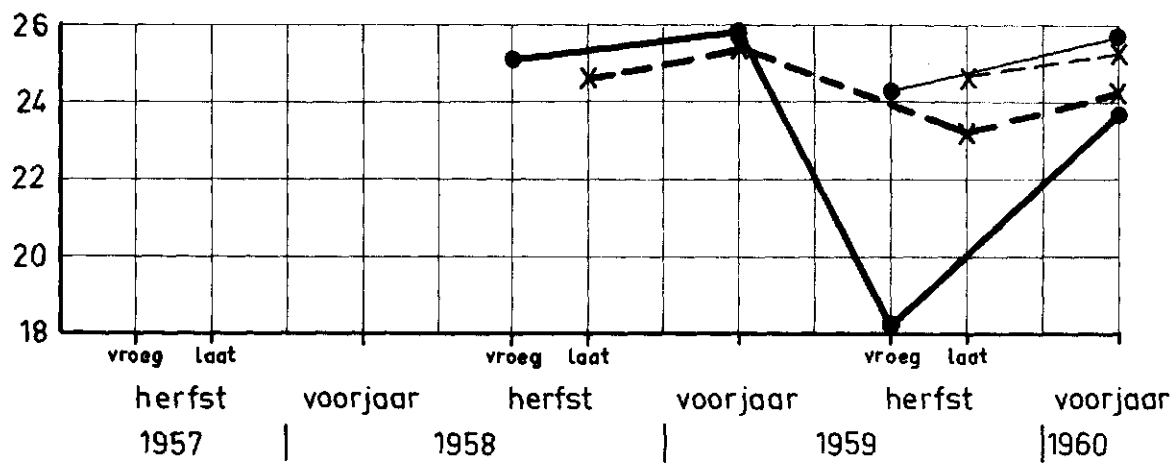
Gebr. Meyer



- — ● veldvochtgehalte vroegploegen
× - - - × " " laatploegen
● — ● vochtgehalte pF2 vroegploegen
× - - - × " " laatploegen
- } legenda

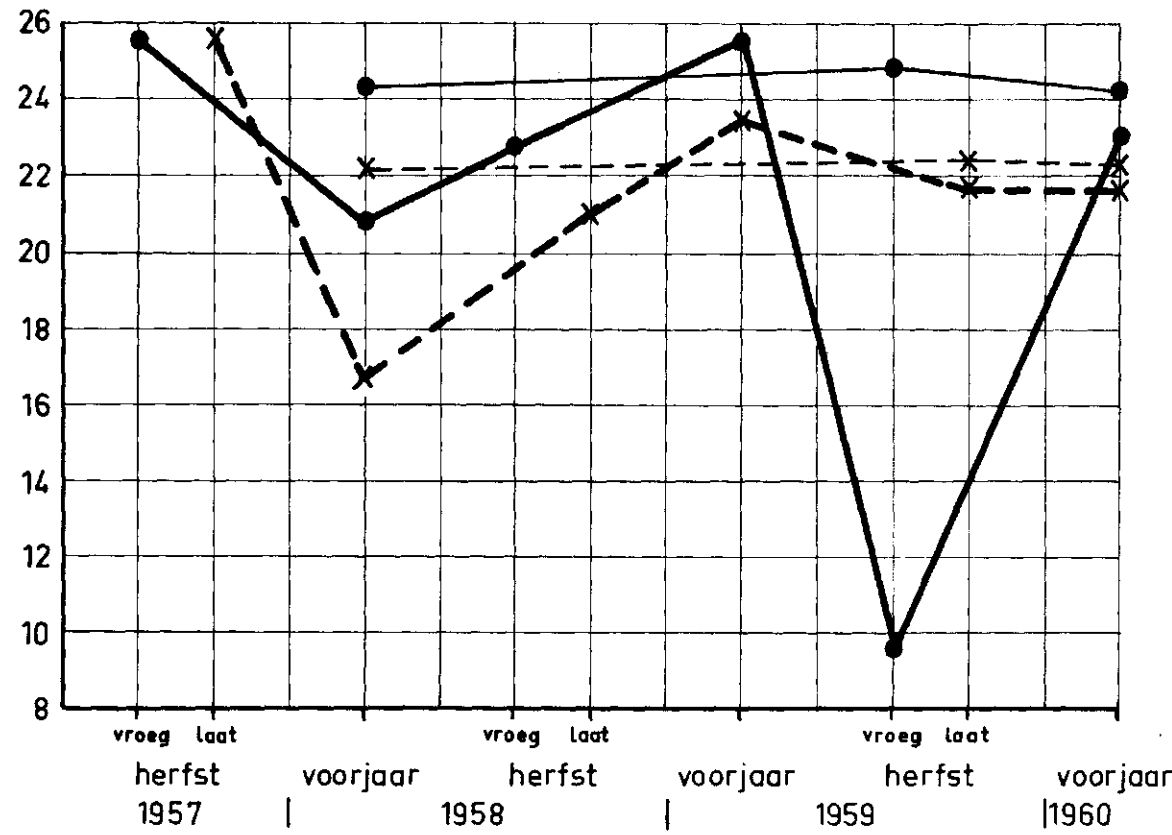
gewichts % water

Mariënhof



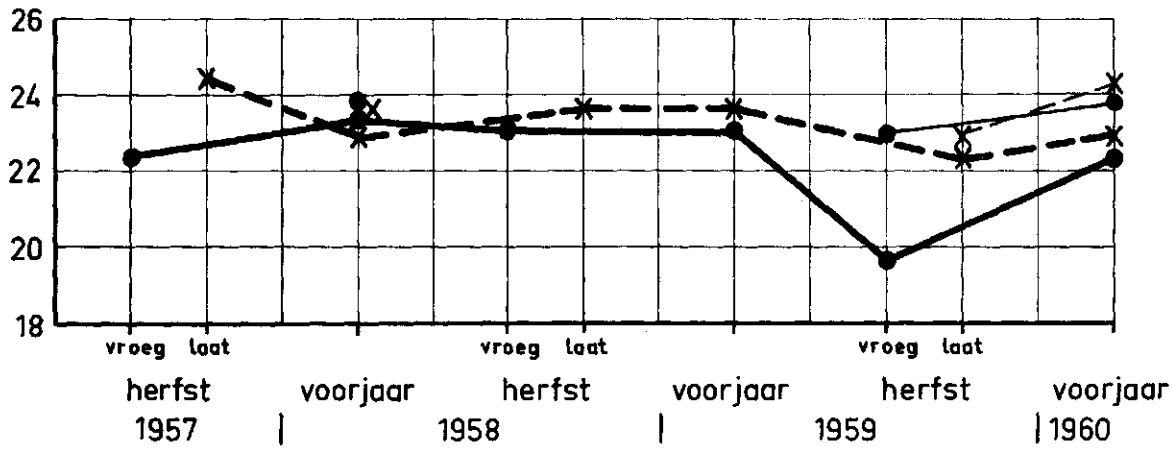
gewichts % water

Wilhelminapolder



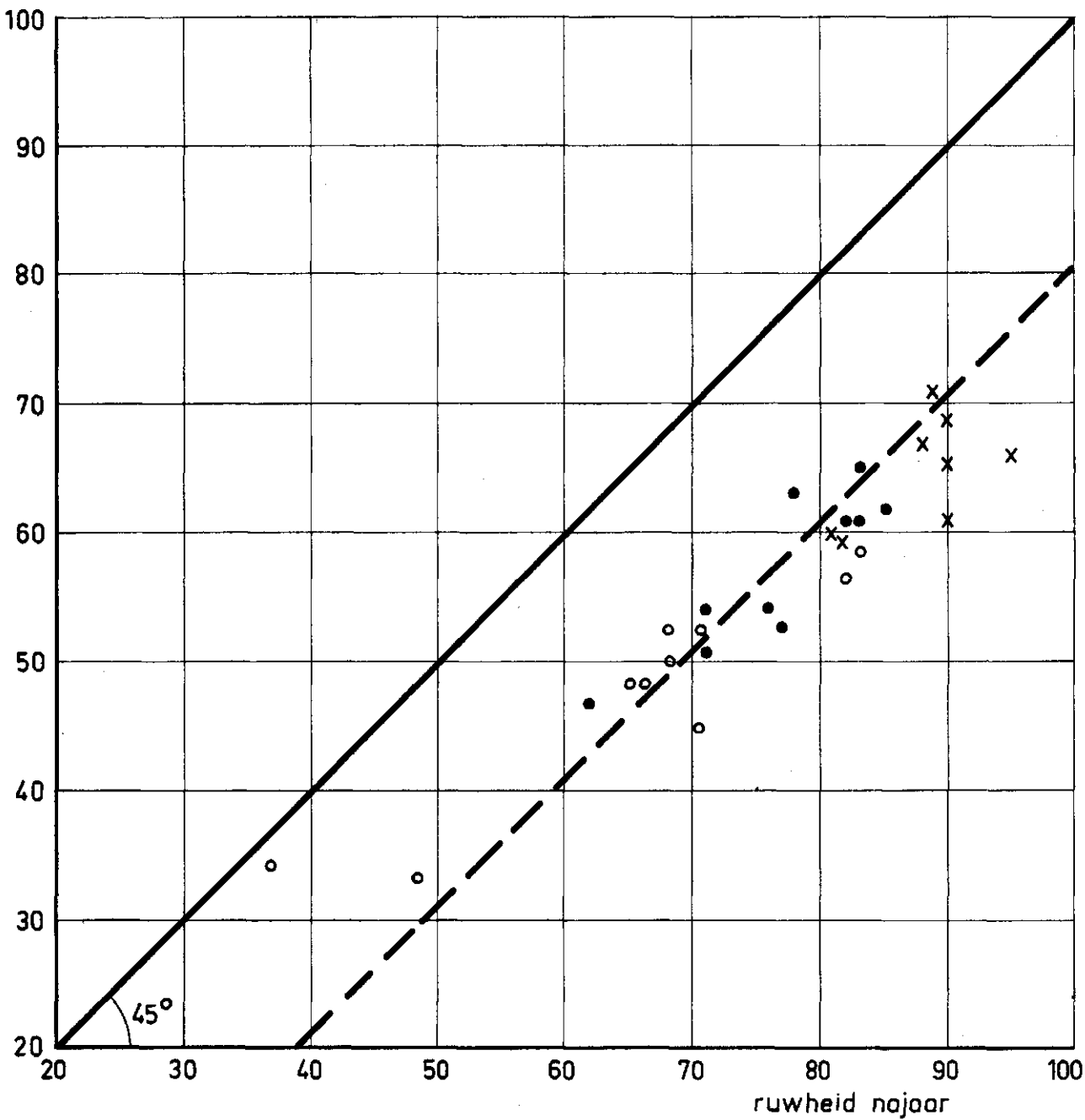
gewichts % water

R.L. van den Berg



grafiek 1: Vochtgehalten in voor- en najaar en bij pF2

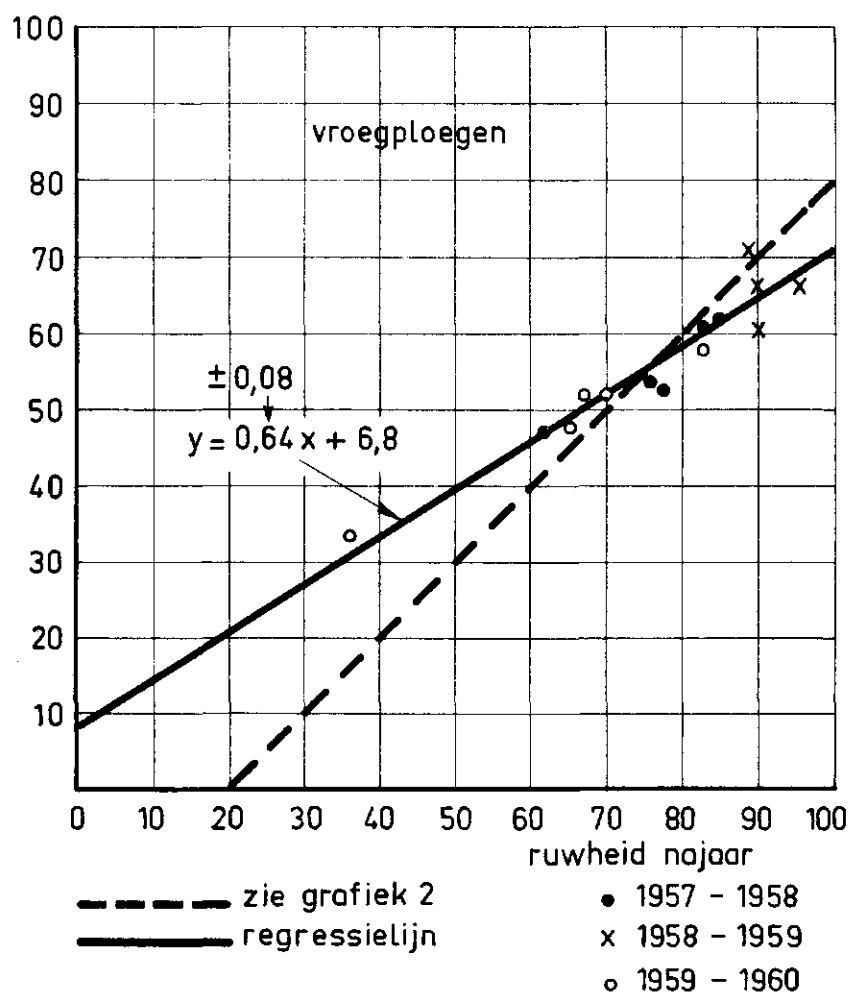
ruwheid voorjaar



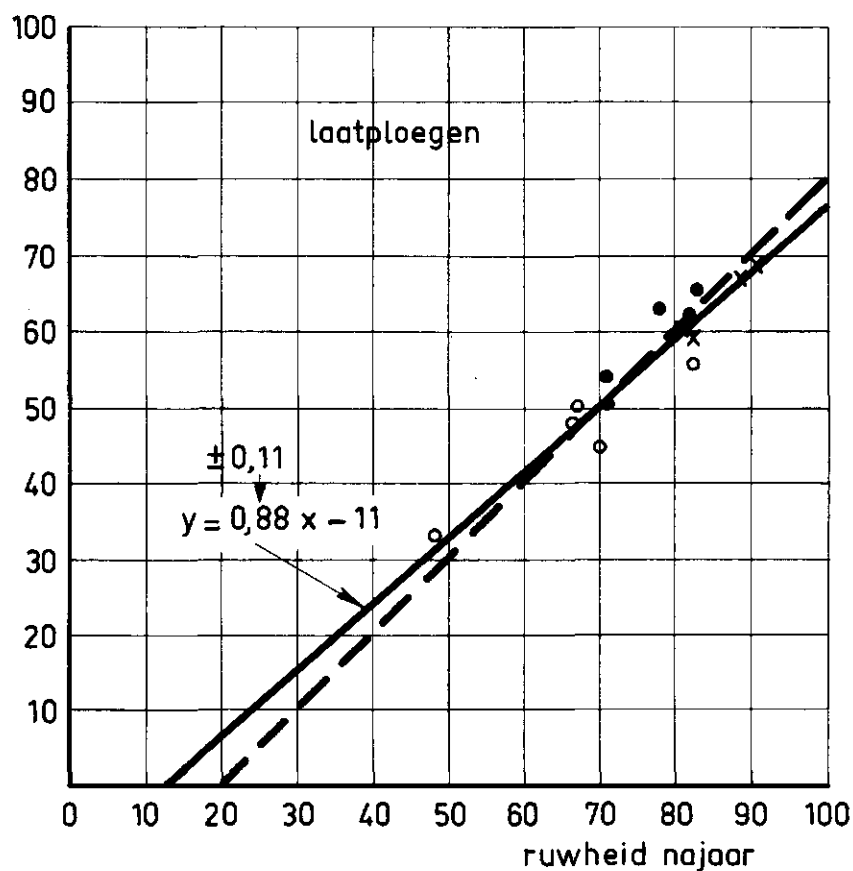
- 1957 - 1958
- x 1958 - 1959
- 1959 - 1960

grafiek 2: Ruwheid in voor- en najaar

ruwheid voorjaar



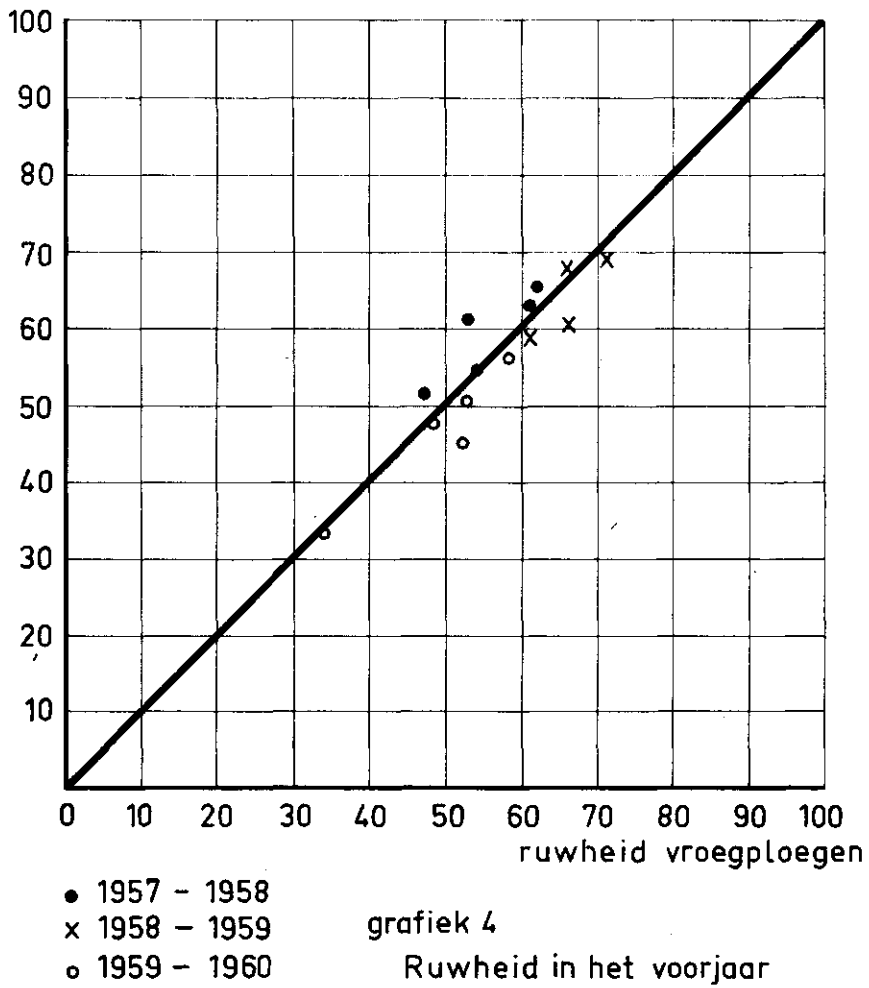
ruwheid voorjaar



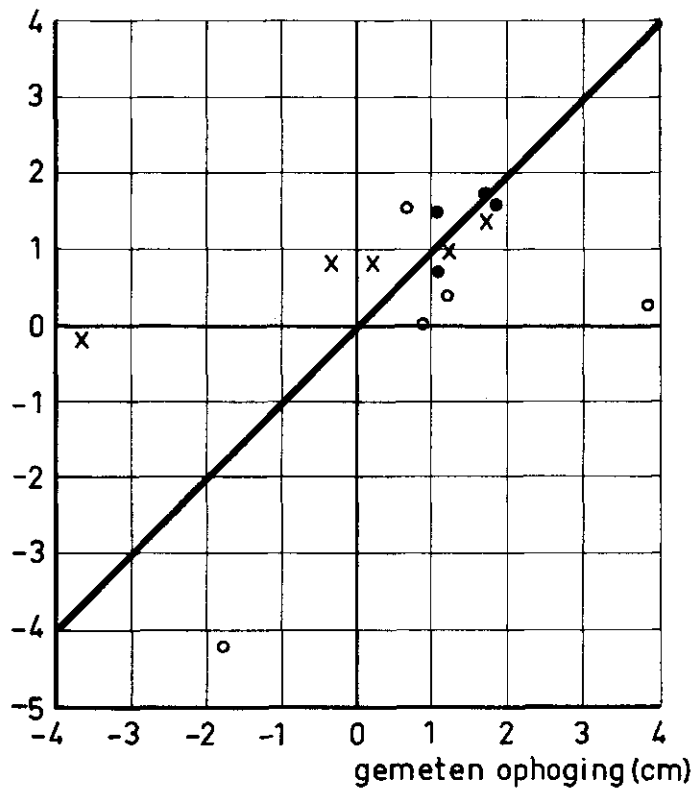
grafiek 3

Ruwheid in voor- en najaar bij vroeg en laat ploegen

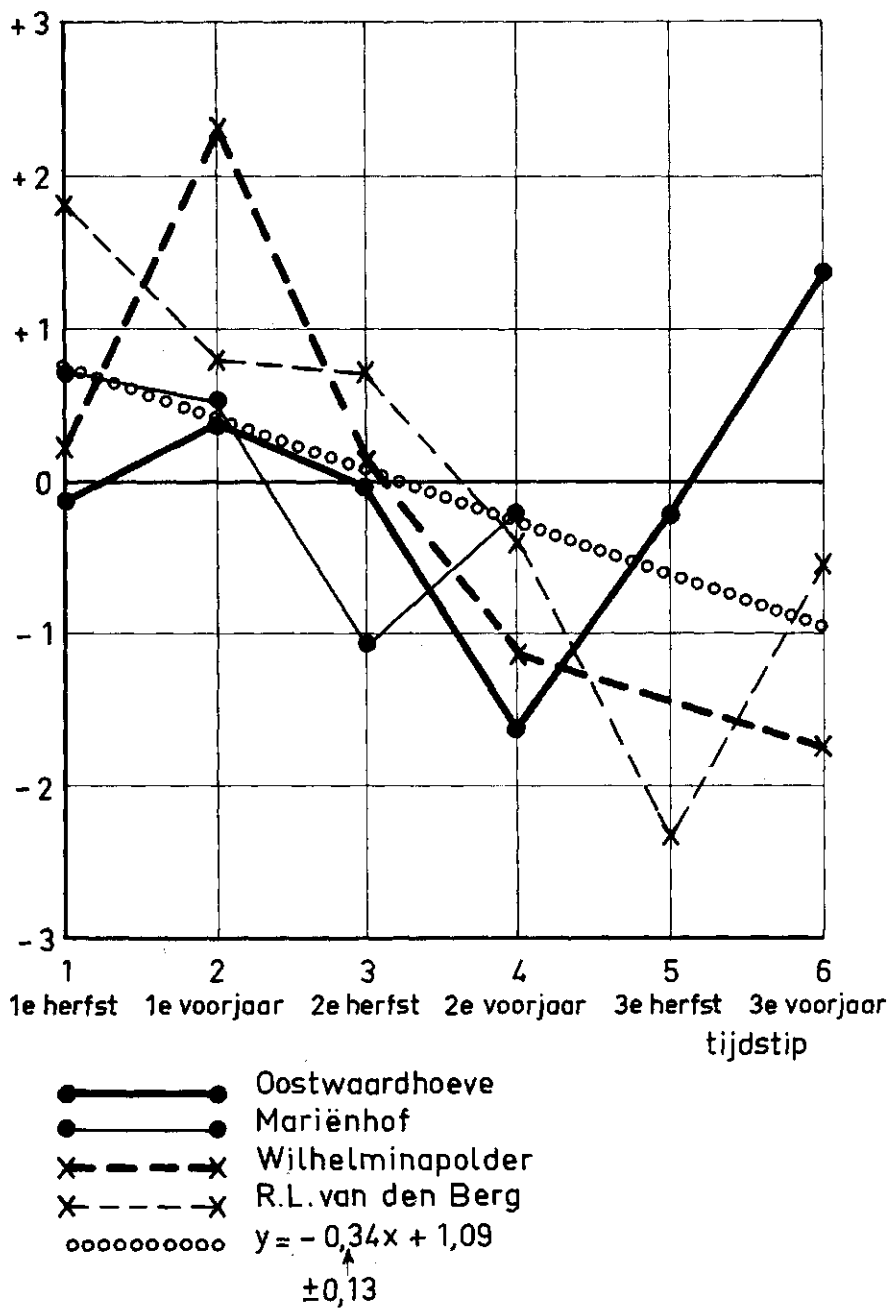
ruwheid laatploegen



berekende ophoging (cm)



afwijking

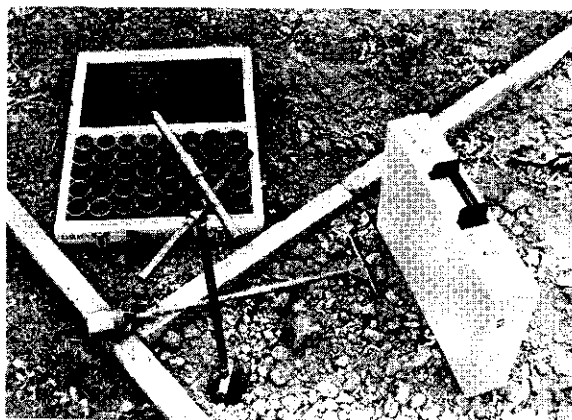


grafiek 6

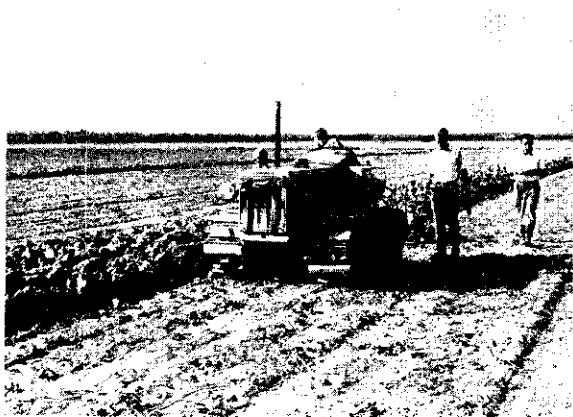
Afwijking in verschil van PV tussen vroeg en laat ploegen t.o.v. het gemiddelde verschil per proefveld



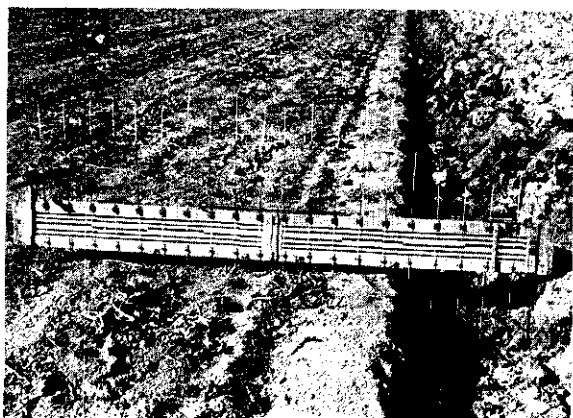
De extreem droge omstandigheden in 1959 op de Oostwaardhoeve



Het materiaal voor het nemen van ringmonsters



De trekkrachtmeter en de reliëfmeter in bedrijf



De ploegdiepte meting met de reliëfmeter



Het werken met het breedte-diepte apparaat

